

⑩ 日本国特許庁 (JP) ⑪ 実用新案出願公開
⑫ 公開実用新案公報 (U) 平3-23234

⑤ Int. Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	⑬ 公開 平成3年(1991)3月11日
F 16 F 6/00		8714-3J	
E 01 D 1/00		7014-2D	
E 04 H 9/02	3 5 1	7606-2E	
		7151-2E	
F 16 F 12/00		6581-3J	
		6581-3J	

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全 頁)

⑭ 考案の名称 振動抑制装置

⑯ 実 願 平1-84113

⑰ 出 願 平 1 (1989) 7 月 18 日

⑱ 考 案 者 来 田 義 弘 東京都中央区京橋 2 丁目 16 番 1 号 清水建設株式会社内
⑲ 出 願 人 清水建設株式会社 東京都中央区京橋 2 丁目 16 番 1 号
⑳ 代 理 人 弁理士 志賀 正武 外 2 名



明 細 書

1. 考案の名称

振動抑制装置

2. 実用新案登録請求の範囲

振動物の振動に伴って相対移動する2部材間に設けられる振動抑制装置であって、一方の部材に取り付けられる外筒と、この外筒内に配置される内筒と、この内筒の中心軸に沿って配置され、該内筒を回転自在に支持するスクリーシャフトと、このスクリーシャフトに螺着されるボールナットと、このボールナットを他方の部材に対して軸回りの回転を規制する形態で連結する連結部材とを備え、前記外筒内には、その内周面に沿って、磁石のN極とS極とが互いに隣合う形態で配置され、前記内筒は、導体から構成され、前記磁石からの磁力線を横切って回転させられる形態で設けられていることを特徴とする振動抑制装置。

3. 考案の詳細な説明

「産業上の利用分野」



本考案は、構造物の振動抑制装置に係わり、特に、地震や風等の外力によって発生させられる構造物の振動を有効に減衰させる振動抑制装置に関するものである。

「従来の技術」

従来、構造物の揺れを減衰させるために用いられている振動抑制装置として、例えば、オイルダンパ、鋼材ダンパ、粘性ダンパ等が挙げられている。しかしながら、これらいずれの振動抑制装置においても、その減衰力が振動の速度に比例せず、かつ、この減衰力の調整が困難であることから、構造物の振動特性に合わせたきめ細かなセッティングができず、また、外乱に即した減衰力制御が行なえないといった不具合を有していた。

また、火力発電所や原子力発電所などの高温あるいは放射線雰囲気中においては、この油圧防振器は性能の安定性に問題があり、また定期的な保守点検を必要とされる。このような特殊環境中においては油を使わないメカニカルな防振器が適しており、磁力を利用して振動を減衰させる振動抑



制装置が提供されている。

そして、そのような振動抑制装置の一例として、第7図および第8図に示すようなものが提供されている。

図中、符号1は、振動物の振動に伴って相対移動する2部材間に設けられる振動抑制装置を示し、一方の部材に取り付けられる外観2段筒状の装置本体2と、この装置本体2の減衰部(大径筒部)2a内に配置された導体3と、この導体3の中心軸に連結されるとともに、軸受11によって装置本体2の中心軸回りに回転自在に支持されたスクリーシャフト4と、このスクリーシャフト4に螺着されるボールナット5と、このボールナット5を他方の部材に対して軸回りの回転を規制する形態で連結する連結部材6とから概略構成されている。

装置本体2の軸線上で、かつ、減衰部3の外壁面には、取付孔7aを有する取付部7が形成されている。

減衰部3の内部は、仕切板8により、その軸線



方向に対して2つの空間に区画されている。この仕切板8の中心部には、スクリーシャフト4を挿通するための挿通孔8aが形成されている。また、この仕切板8によって区画された減衰部内壁のうち、一方の空間内に導体3が配置され、該空間を構成する内壁面には、それぞれ2つ磁石9、9が半径方向に沿った形態で設けられている。また、他方の空間内には、フライホイール10が設置されている。

連結部材6は、軸受12を介して摺動部2b内に挿入されている。そして、この連結部材6の両端のうち、摺動部2b内に位置する一端側には、ボールナット5がその軸線を一致させた状態で固定支持され、他端側には取付孔13aを有する取付部13が設けられている。

スクリーシャフト4の螺条部分は、装置本体2の摺動部(小径筒部)2bに配置され、この螺条部分にボールナット5が螺着されている。

このような構成の振動抑制装置1を使用する場合、連結部材6の取付部13を地盤上からわずか



に離間させて固定し、装置本体 2 の取付部 7 を構造物等に固定することによってセッティングを行なう。

構造物に外力が加わって振動を生じると、前記連結部材 6 と装置本体 2 とが軸方向に相対運動し、この相対運動がスクリーシャフト 4 およびボールナット 5 によって回転運動に変換される。

そして、スクリーシャフト 4 が回転することによって、このスクリーシャフト 4 に設けられた導体 3 が回転する。この導体 3 の回転は、磁石 9、9 による磁力線 I 内で起こるため、導体 3 にうず電流が発生して回転速度に比例した制動トルクが生ずる。

このときに発生する減衰制動力は、以下の式で表されることが一般に知られている。

磁束が 1 個のときのアルミニウム円板からなる導体に作用する磁気減衰力を次式の形で表す。

$$F = \frac{1}{2} B^2 h A \mu v / \rho \quad \dots \dots (1)$$

ここで、B : 磁束密度、h : 導体円板の厚さ、 ρ : 導体の電気抵抗率、 $A = bq$: 磁束の面積、 μ :



磁束および導体の形状によって定まる無次元表示の減衰係数(ここでは実験的に定める)、 v : 導体と磁束の相対速度である。ねじ軸の回転角を θ とし、 F は磁束の中心に作用すると考えると、制動トルクは

$$T = \frac{\pi B^2 b A \mu s^2}{\rho} \dot{\theta} = C \dot{\theta} \quad \dots \dots (2)$$

ここで、 s は円板中心から磁束中心までの長さ、 C はねじりの粘性減衰定数に相当する。

(1) 式から明らかなように、磁石と導体との間に生じる減衰力は、これらの相対速度、つまり、前記振動抑制装置における導体の回転速度に比例する。

「 考案が解決しようとする課題 」

前記構成の振動抑制装置によれば、それまでのオイルダンパ等によって生じていた不具合、すなわち、温度条件や振動条件などの外的要因による減衰力の変化に伴う減衰力の調整の困難性および、構造物の振動特性に合わせたきめ細かなセッティ



ングの困難性などの不具合を解消するに至ったが、新たに次のような不具合を生じることとなった。

つまり、一般に温度が上昇すると磁束密度は定価し電気抵抗率は増大するので、本防振器の制動トルクは温度が高くなると低下すると考えられる。そこで、希土類磁石とアルミニウム円板および銅円板を用いた磁気減衰器の正確な温度特性を実験により調べることにした。

実験は、防振器の磁気減衰器部分のみを製作して電気炉の中に収め、導体円板取付軸をトルク変換器を介して変速モータに取付けて行った。実験において、アルミニウム円板および銅円板を用いたときの温度による回転数と制動トルクの関係の変化をそれぞれ第9図および第10図に示す。

第9図および第10図から以下のことがわかる。

(1) アルミニウム円板を用いると100℃における制動トルクは20℃のときよりも約27%低下し、銅円板を用いるとこの低下が約31%となる。しかしながらこの程度の低下であれば、本防振器の防振効果は100℃においてもそれほど



変わらないと思われる。

(2) 一定回転数における制動トルクの大きさは、アルミニウム円板の場合よりも銅円板の場合のほうが60～75%程度高くなる。しかし銅円板を用いると慣性モーメントが大きくなるので、メカニカルスナッパ^{スナッパ}としては銅円板が適しているが、メカニカルなダッシュポットとしてはアルミニウム円板のほうが適している。

第9図または第10図の20℃における回転数とトルクの関係から求めた粘性減衰定数Cの値と適宜決定したBの値および適宜与えられる数値を式(2)に代入すれば、未知の μ の値が得られる。アルミニウム円板($\rho = 2.82 \times 10^{-8} \Omega m$ 、厚さ5mm、半径63mm)を用い、磁石の個数および配置の仕方を変えて求めた μ の値を第11図に示す。この図には、直径19mmの円形希土類磁石を用いた場合の μ の値も示してある。

同じ個数の磁石で制動トルクを大きくするためには、式(2)からわかるように、 μs^2 の値ができるだけ大きくなるように磁石の形状と配置の仕方



を選ぶ必要がある。したがって、第 11 図から、細長い磁石を放射線状に配置するのが有利であることがわかる。さらに磁石の個数を多くして実験を行ったところ、個数を 8 組より多くしても制動トルクはあまり増加しなくなることがわかった。

そこで、本考案は、磁気ダンパ自体の特性を生かしつつ、減衰力の加減を容易に、かつ、自在に行なうことのできる振動抑制装置を提供することを目的としている。

「課題を解決するための手段」

本考案の振動抑制装置は、振動物の振動に伴って相対移動する 2 部材間に設けられる振動抑制装置であって、一方の部材に取り付けられる外筒と、この外筒内に配置される内筒と、この内筒の中心軸に沿って配置され、該内筒を回転自在に支持するスクリーシャフトと、このスクリーシャフトに螺着されるボールナットと、このボールナットを他方の部材に対して軸回りの回転を規制する形態で連結する連結部材とを備え、前記外筒内には、その内周面に沿って、磁石の N 極と S 極とが



互いに隣合う形態で配置され、前記内筒は、導体から構成され、前記磁石からの磁力線を横切って回転させられる形態で設けられていることを特徴としている。

「作用」

本考案の構造物の振動抑制装置は、装置の軸線方向に加わった外力によって生じた直線運動を、スクリーシャフトおよびボールナットによって回転運動に変換し、スクリーシャフトに支持された内筒を外筒内で回転させることによって減衰力を得るものである。このとき、外筒内の磁石のS極とN極との間に生じた磁場内を、導体からなる内筒が磁場と直角に運動することによって内筒内に生じた渦電流が磁場と作用することによって減衰力を発揮する。この減衰力は、磁場と内筒との相対速度、つまり外筒内に設けられた磁石と、内筒との相対速度の大きさに比例して生じるので、構造物にかかる振動が大きければそれだけ大きな減衰力を発揮するものである。

「実施例」



以下、本考案の構造物の振動抑制装置の一実施例を図面を参照して説明する。

第 1 図ないし第 3 図および第 5 図、第 6 図は、本考案の振動抑制装置の一実施例を示す図であって、図中、符号 1 5 は、構造物 1 6 の振動に伴って相対移動する 2 部材間に設けられる振動抑制装置である。

本実施例の振動抑制装置 1 5 は、前記 2 部材のうち、一方の部材に取り付けられる外筒 1 7 と、この外筒 1 7 内に配置される内筒 1 8 と、この内筒 1 8 の中心軸に沿って配置され、該内筒 1 8 を回転自在に支持するスクリーシャフト 1 9 と、このスクリーシャフト 1 9 に螺着されるボールナット 2 0 と、このボールナット 2 0 を他方の部材に対して軸回りの回転を規制する形態で連結する連結部材 2 1 とから概略構成されている。

一方の部材は、例えば、第 5 図に示すように、構造物 1 6 下面に突出する形態で設けられた振動抑制装置 1 5 用の取付部材 2 2 とし、この取付部材 2 2 には取付用孔 2 2 a が形成されている。



他方の部材は、例えば、構造物 16 下面の基礎敷きコンクリート C 上に設けられた振動抑制装置 15 用の取付部材 23 とし、この取付部材 23 には取付用孔 23a が形成されている。

外筒 17 は、内筒 18 が配置される円筒状の減衰部 17a と、この減衰部 17a よりやや縮径されて連通し、スクリーシャフト 19 の螺条と、この螺条に螺着するボールナット 20 とが配置される円筒状の摺動部 17b とから構成され、全体として断面形状略 T 字形をなしている。この減衰部 17a の中心軸位置外側には、取付孔 24a を有する取付部材 24 が突設され、中心軸位置内側には、スクリーシャフト 19 を回転自在に支持する軸受 25 が設けられている。

外筒 17 内には、第 2 図に示すように、その内周面に沿って、磁石 9、… の N 極 9a と S 極 9b とが互いに隣合う形態で配置されている。

このとき、全ての磁石 9、… の表面は、面一となるように設定されている。

また、摺動部 17b の中心軸位置で、減衰部 1



7 a 側の一端部には、スクリーシャフト 19 を回転自在に支持する軸受 26 が設けられ、他端側の一端部には、連結部材 21 を摺動自在に支持する軸受 27 が設けられている。さらに、この摺動部 17 b の内部には、その延在方向に沿ってボールナット 20 を案内する案内軌道 17 c が形成されている。

内筒 18 は、アルミニウム等の導体から構成されたもので、前記外筒 17 の減衰部 17 a 内に配置された磁石 9、… からわずかに離間される大きさに形成されている。そして、この内筒 18 は、前記外筒 17 の軸受 25、26 で支持されたスクリーシャフト 19 に支持部材 28 を介して固定支持されて、第 2 図に示すように、前記磁石 9、… からの磁力線 30 を横切るように設定されている。

連結部材 21 は、外筒 17 の摺動部 17 a に設けられた軸受 27 を介して摺動部 17 a 内に挿入可能な円筒から主要部が構成され、摺動部 17 a 内側の一端にはボールナット 20 が、これらの軸



線を一致させる形態で設けられ、他端側には取付用孔 3 1 a を有する取付部材 3 1 が設けられている。そして、この連結部材 2 1 に設けられたボールナット 2 0 の周面には、第 3 図に示すように、前記摺動部 1 7 a 内の案内軌道 1 7 c に係合する係合部 2 0 a が形成され、この係合部 2 0 a と案内軌道 1 7 c とが係合することによって、連結部材 2 1 の軸回りの回転が規制される。

この振動抑制装置 5 は、第 5 図に示すように、構造物 1 6 を基礎敷きコンクリート 3 5 上に固定した積層ゴム 3 6、3 6 上に構築して免震構造とし、前記構造物 1 6 と基礎敷きコンクリート C との間に、取付部材 2 2、2 3 を介して、前記積層ゴム 3 6、3 6 と並列的に取り付けられている。

次いで、このように構成された本実施例の振動抑制装置 5 の作用について説明する。

地震や風によって構造物 1 6 に振動が発生すると、構造物 1 6 と基礎敷きコンクリート C との間に変位が生じ、これに伴い、基礎敷きコンクリート C 上に設けられた取付部材 2 3 に対して構造物



16の下面に設けられた取付部材22が相対移動させられる。

このようにして取付部材22、23が相対移動することによって、振動抑制装置15の取付部材24、31を介して外筒17と連結部材21と連動して、外筒17と、連結部材21とがこれらの軸線方向に沿って移動する。

連結部材21が、外筒17に対して移動することによって、ボールナット20がスクリーシャフト19に作用してスクリーシャフト19に回転力を与える。スクリーシャフト19が回転することによって、このスクリーシャフト19に支持された内筒18が外筒17内で回転する。

内筒13が外筒17内に設けられた磁石9、…間の磁力線30を横切るように移動させられるとともに、磁力線30の内筒13に対する透過位置が移動させられ、この内筒13の回転方向の、前記磁石9、…に向かう前方部分と後方部分とのそれぞれにおいて磁力線30の密度が変化する。そして、前方部分と後方部分における磁力線30の



変化が逆となることから、それぞれにおいて前記磁力線 30 の変化を抑制する渦電流が発生するとともに、内筒 13 と磁石 9、… との間に両者の相対移動を抑制するような力が生じ、この力が構造物 16 にその振動を減衰させる力として作用して、構造物 16 の振動が抑制される。

このような振動抑制作用において、磁石 9、… と内筒 13 との間に生じる減衰力は、磁力線 30 の変化率に比例して得られ、換言すれば、磁石 9、… の磁力の強さと両者の速度の大きさに比例した減衰力が得られる。

したがって、磁石 9、… と内筒 18 との速度を一定とした場合においては、磁石 9、… の磁力に応じて減衰力が加減され、より大きな減衰力を必要とする場合にはそれだけ大きな磁力を必要とする。磁力を大きくするべく、磁石 9、… を増やす場合、振動抑制装置 15 の軸線方向に沿って、外筒 17 および内筒 18 を延ばし、これと同時に磁石 9、… の数を増やしたり、磁石 9、… の大きさを拡大すればよいので、振動抑制装置 15 の半径



方向に拡大する必要がなくなり、装置の設置空間を拡大することもなくなる。本実施例の振動抑制装置 15 は、前記従来例において示した振動抑制装置と比較した場合、スクリーシャフト 19 から磁力線までの距離を長くなるように構成されているために、スクリーシャフト 19 に対する回転モーメントが大きくなり、それだけ大きな減衰力を得ることができる。

また、磁石 9、… の磁力を一定とした場合においては、構造物 16 の振動の振幅および振動数に応じて、すなわち、磁石 9、… と内筒 13 との相対速度に応じて減衰力が加減され、良好な振動抑制作用が得られる。また、磁石 9、… と内筒 13 とは、常時非接触状態に保持されているから、摩耗等の経時変化がなく、耐久性ならびに信頼性の向上が図られる。

さらに、外筒 17 をスクリーシャフト 19 の軸線に沿って前後いずれか一方もしくは両方に延長し、これとともに外筒 17 内に配置すべき磁石 9 の数量を増やすことによって、また、外筒 17



を2重、3重にすることによってさらに減衰力を向上させることができる。

また、この振動抑制装置15の使用例は、前記使用例以外に、第6図に示すような振動系に組み込んだ構成としてもよい。

本使用例は、構造物C₁上にある37、…を介して配置された振動付加体38の側面に、弾発部材39と、本実施例の振動抑制装置15の一端側を連結し、他端側をこの構造物C₁に立設された壁面C₂に連結したものである。

次に、本考案の構造物の振動抑制装置の他の実施例について第4図を参照して説明する。なお、前記実施例と同様の構成となる部分には、共通の符号を付してその説明を省略する。

本実施例においては、内筒18と外筒40の形状および、磁石9、…の配列が前記実施例と異なっている。

内筒18は、摺動部17bよりやや拡張された円筒状部材であって、支持部材28を介してスクリーシャフト19に支持されるとともに、この



スクリーシャフト 19 の軸線に沿って、その前後に延在するように形成されている。また、外筒 40 は前記構成の内筒 18 を覆う形態で設けられている。さらに、摺動部 17b と同一半径を有する筒体 41 が、摺動部 17b の延在する方向に沿って、支持部材 28 を隔てて設けられている。

外筒 17 の内周面に設置される磁石 9、… は、S 極もしくは N 極のいずれか一方（図示例では S 極 9b）をその表面に露出するように所定間隔を開けて配置されている。そして、摺動部 17b の外周で、外筒 17 内に配置された磁石 9 に対向する位置には、これと反対の磁極（図示例では N 極 9a）をその表面に露出するように所定間隔を開けて配置されている。そして、これら S 極と N 極の磁石 9 によって、内筒 18 を挟むように設置されている。

本実施例によっても、前記実施例と同様の効果を奏することができる。さらに、内筒 18 を挟む形態で磁石 9、… を配置したことによって、内筒 18 に作用する磁力線 42 が内筒 18 に対して垂



直磁場となり、磁石有効面積を増大させることができ、減衰効果を増大させることができる。

なお、本考案の構造物の振動抑制装置は、前記実施例のみに限られることなく他の変形例も可能である。

たとえば、前記磁石に代えて、電磁石を用いた構成としてもよい。このとき、構造物 1、6 の振動の大きさを検出するセンサや、電磁石への供給電流制御するコンピュータ等を組み合わせることによって、振動の大きさに応じた電磁石への供給電流を調整することも可能となり、振動の大きさに応じできめ細かな減衰力を生じさせることができ、より効果的な振動抑制作用を得ることができる。

「 考案の効果 」

本考案の振動抑制装置は、振動物の振動に伴って相対移動する 2 部材間に設けられる振動抑制装置であって、一方の部材に取り付けられる外筒と、この外筒内に配置される内筒と、この内筒の中心軸に沿って配置され、該内筒を回転自在に支持するスクリーシャフトと、このスクリーシャフ



トに螺着されるボールナットと、このボールナットを他方の部材に対して軸回りの回転を規制する形態で連結する連結部材とを備え、前記外筒内には、その内周面に沿って、磁石のN極とS極とが互いに隣合う形態で配置され、前記内筒は、導体から構成され、前記磁石からの磁力線を横切って回転させられる形態で設けられている構成としたので、以下のような優れた効果を奏することができる。

磁石と内筒との速度を一定とした場合においては、磁石の磁力に応じて減衰力が加減され、より大きな減衰力を必要とする場合にはそれだけ大きな磁力を必要とする。磁力を大きくするべく、磁石を増やす場合、振動抑制装置の軸線方向に沿って、外筒および内筒を延ばし、これと同時に磁石の数を増やしたり、磁石の大きさを拡大すればよいので、振動抑制装置の半径方向に拡大する必要がなくなり、装置の設置空間を拡大することもなくなる。

また、磁石の磁力を一定とした場合においては、



振動物の振動の振幅および振動数に応じて、すなわち、磁石と内筒との相対速度に応じて減衰力が加減され、良好な振動抑制作用が得られる。

また、磁石と導体とは、常時非接触状態に保持されているから、摩耗等の経時変化がなく、耐久性ならびに信頼性の向上が図られる。

4. 図面の簡単な説明

第1図ないし第3図は本考案の振動抑制装置の一実施例を示す図であって、第1図は装置の側断面図、第2図は第1図のⅠ—Ⅰ矢視断面図、第3図は第1図のⅡ—Ⅱ矢視断面図、第4図は本考案の他の実施例の外筒部分を拡大した拡大断面図、第5図および第6図は本考案の振動抑制装置の一使用例を示す側面図、第7図および第8図は振動抑制装置の一従来例、第9図ないし第11図は減衰特性を説明するためのデータ図である。

1、15 …… 振動抑制装置、

9 …… 磁石、

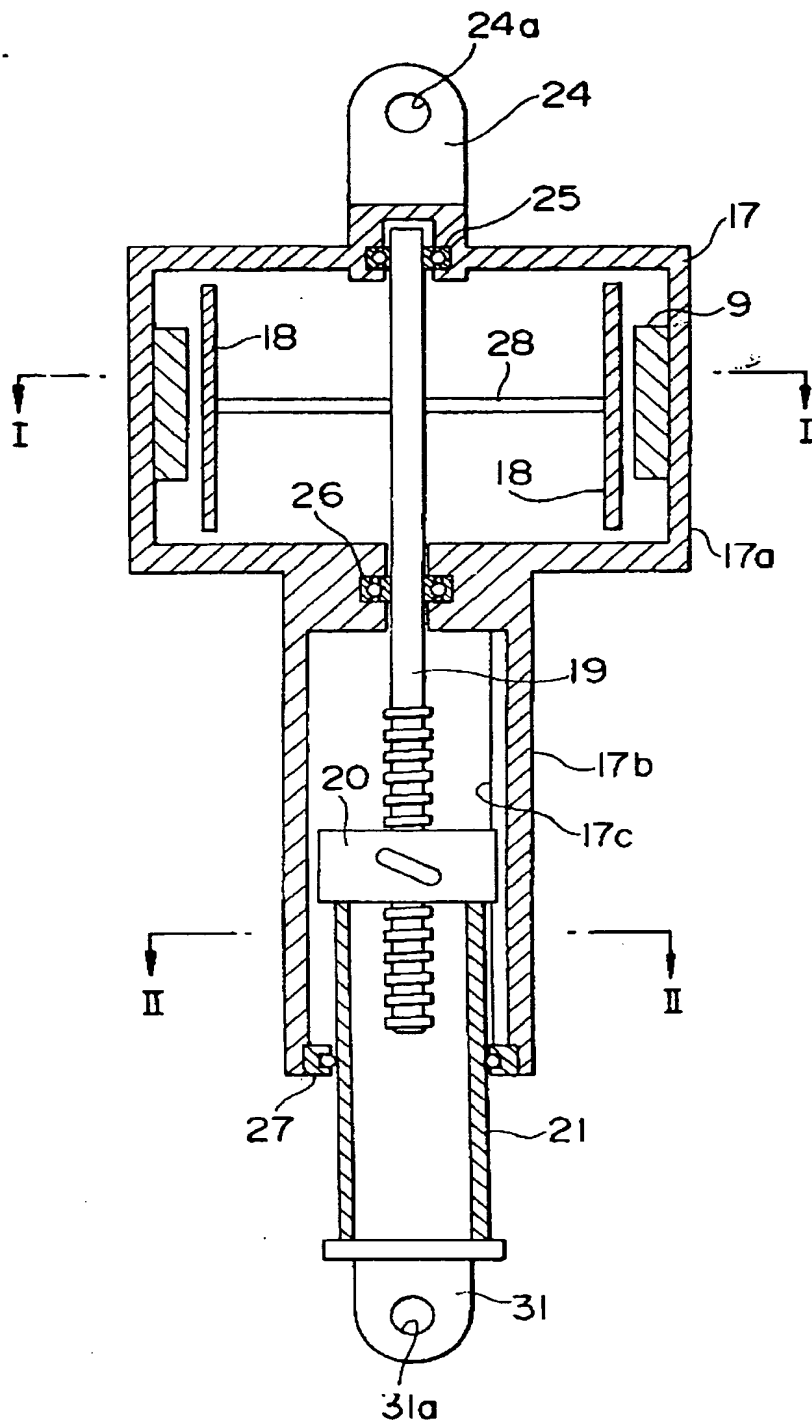
9a …… N極、



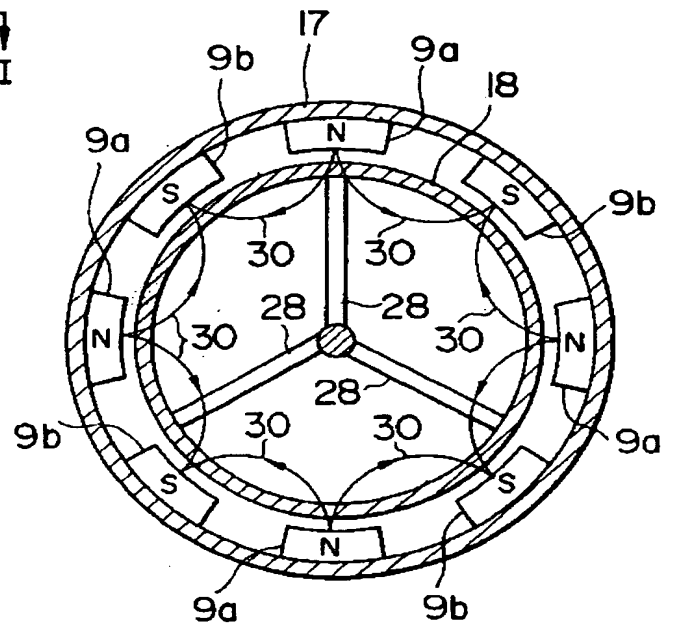
9 b ... S 極、
1 1 ... 導 体、
1 7 ... 外 筒、
1 8 ... 内 筒、
3 0 、 4 2 ... 磁 力 線。

出 願 人 清 水 建 設 株 式 会 社

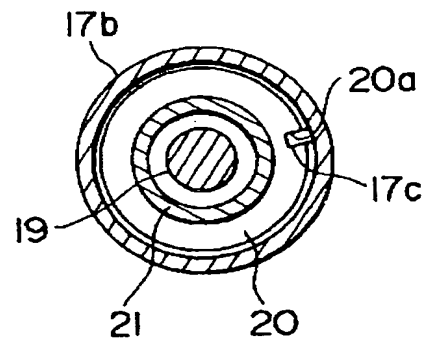
第 1 図



第 2 図



第 3 図



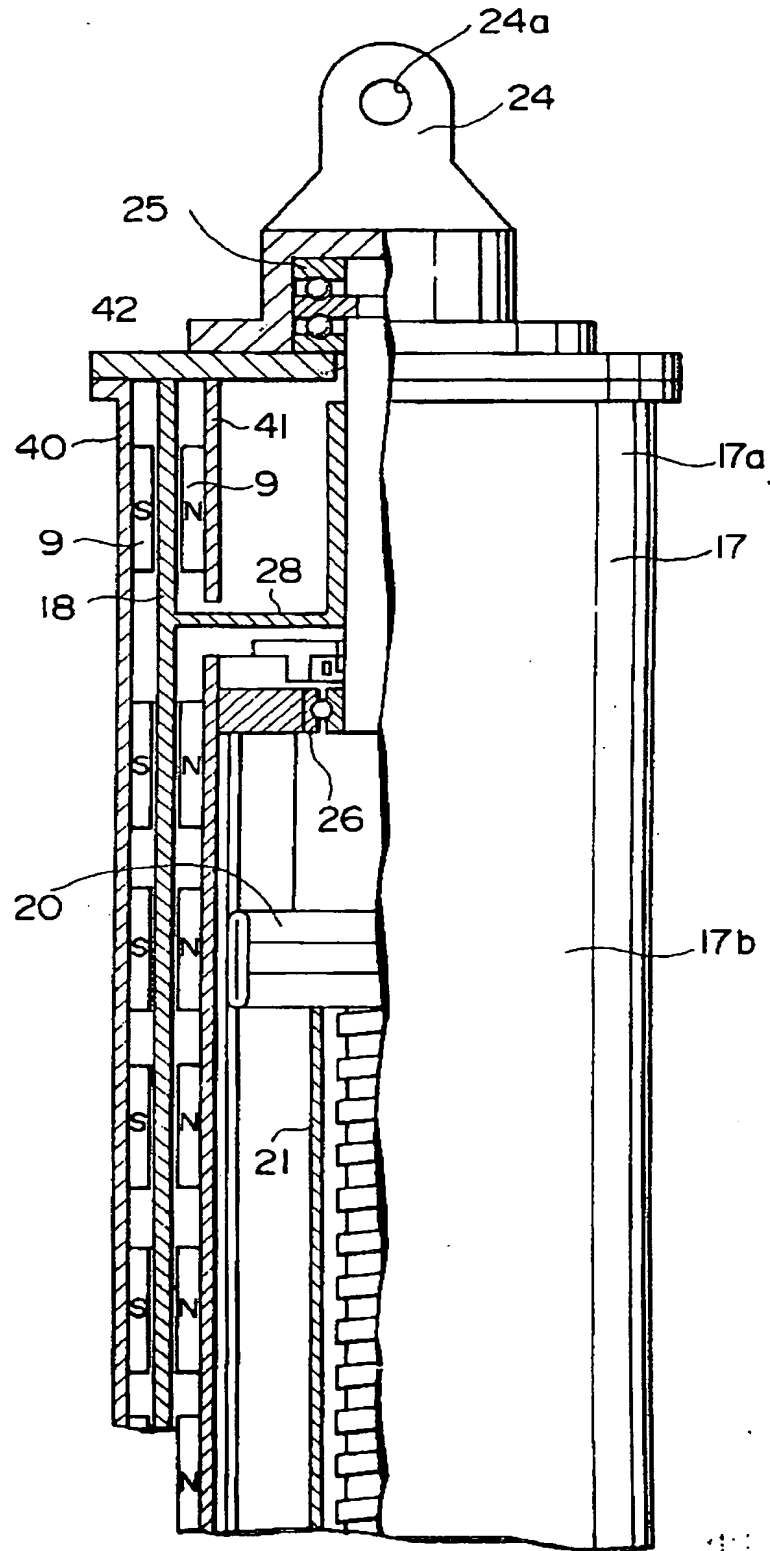
484

出願人

清水建設株式会社

実開 3-23234

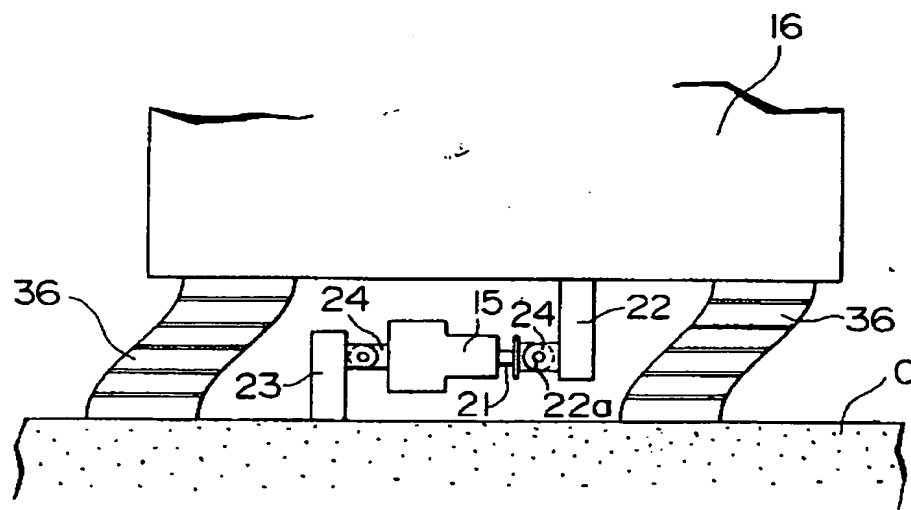
第 4 図



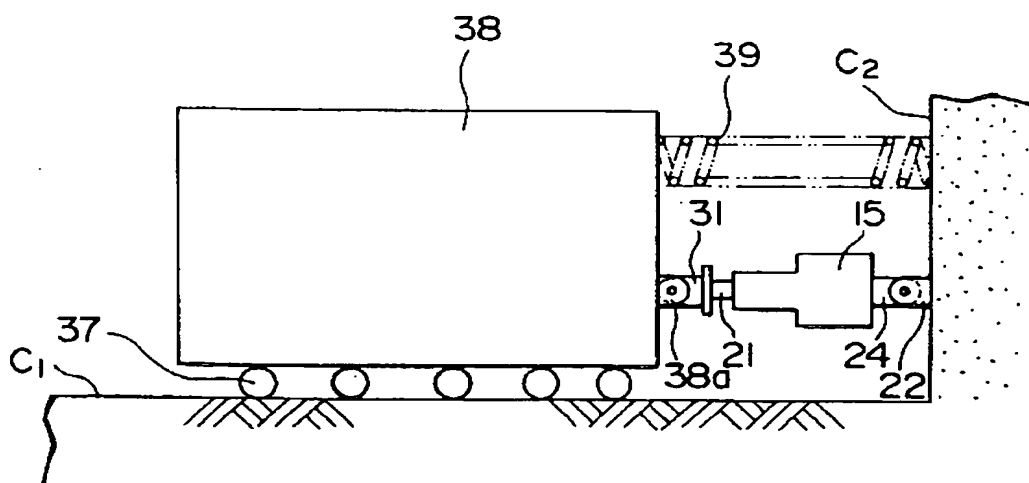
485

出 願 人 滑 水 建 設 株 式 会 社

第 5 図



第 6 図

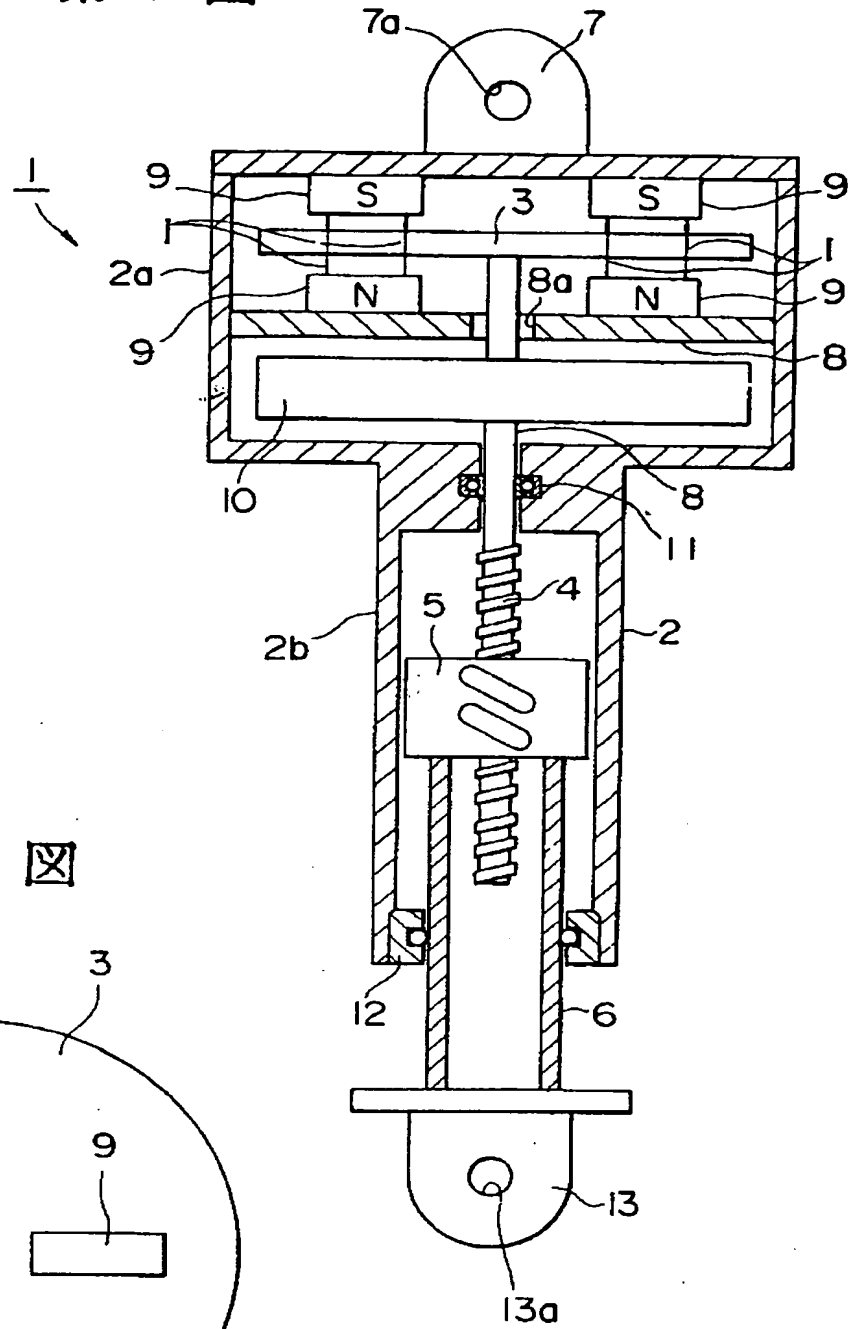


486

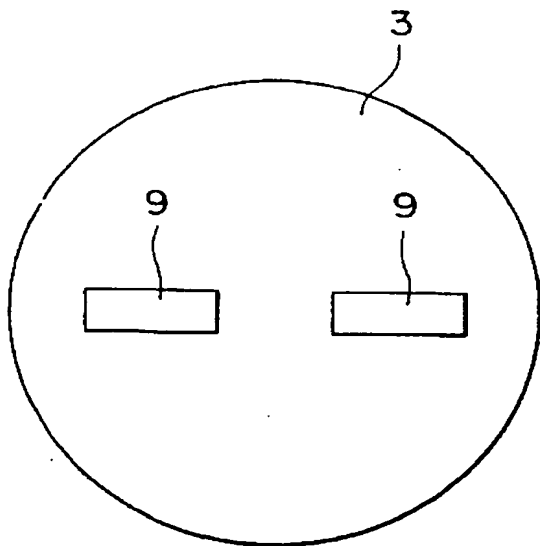
実開 3 23234

出願人 清水建設株式会社

第 7 図



第 8 図

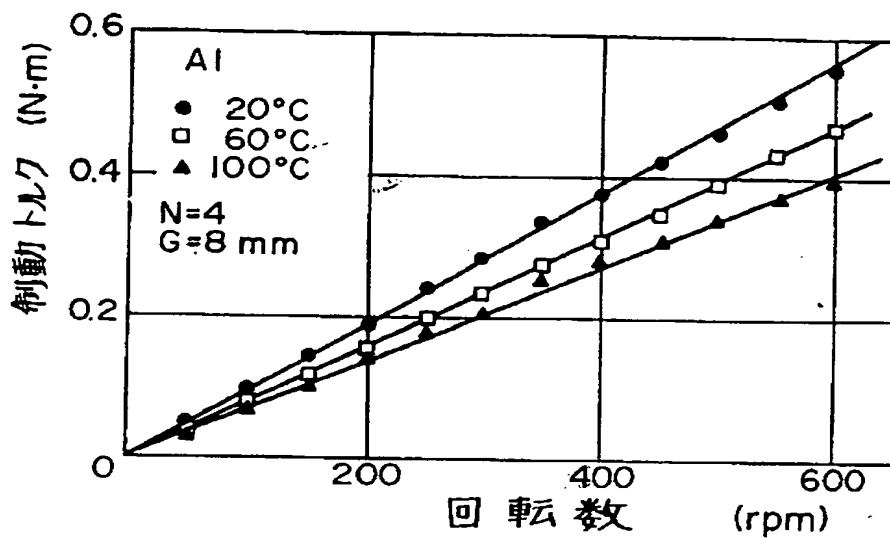


487

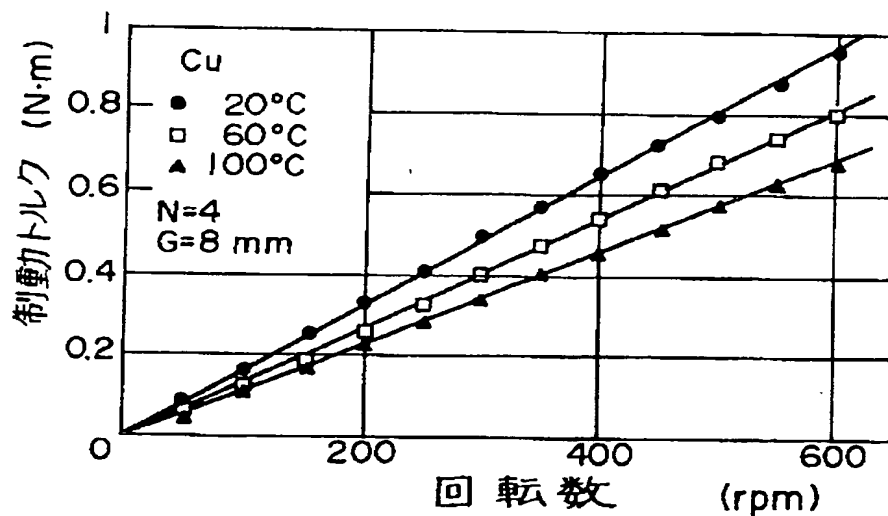
実開 3 232

出 願 人 清水建設株式会社

第 9 図



第10図



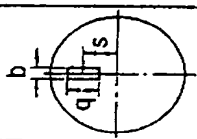
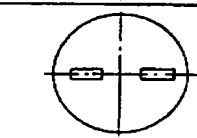
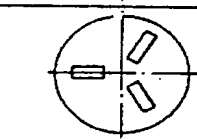
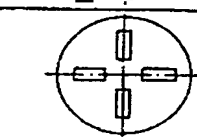
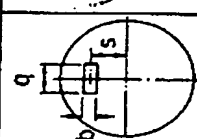
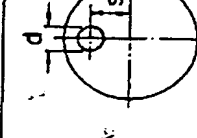
488

実用 2323

出願人 清水建設株式会社

第11図

u の値 (実験値)

磁石の位置						
磁石の大きさ	$b=5\text{mm}, q=50\text{mm}, s=36\text{mm}$					
u	0.83	0.84	0.84	0.83	0.35	0.46
$us^2(\text{mm}^2)$	1076	1089	1089	1076	454	596
						1000

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER: _____**

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.